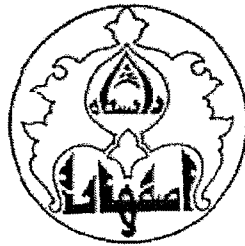


Handwritten Arabic calligraphy in a stylized, overlapping style. The text is arranged in a roughly triangular shape, with the most prominent word being "بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ" (In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful). The calligraphy is dense and intricate, with many overlapping lines and characters.

11572 ✓



دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش قدرت

بارزدایی فرکانسی بهینه در شبکه مجتمع فولاد مبارکه بر اساس الگوریتم شبکه عصبی

استاد راهنما:
دکتر رحمت‌اله هوشمند

پژوهشگر:
قادر عیسی‌زاده

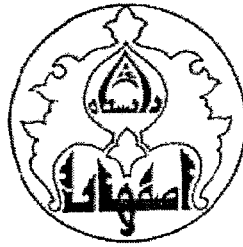
۱۳۸۸ / ۴ / ۲

شهریور ماه ۱۳۸۷

آشنایی با اطلاعات درک معنی بزرگ
توسعه مدارک

۱۱۴۳۲۷

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان
دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش قدرت آقای قادر عیسی زاده
تحت عنوان

بارزدایی فرکانسی بهینه در شبکه مجتمع فولاد مبارکه بر اساس الگوریتم شبکه عصبی

در تاریخ ۸۷/۷/۲۹ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

امضا	با مرتبه‌ی علمی دانشیار	دکتر رحمت اله هوشمند	۱- استاد راهنمای پایان نامه
امضا	با مرتبه‌ی علمی استادیار	دکتر پیمان معلم	۲- استاد داور داخل گروه
امضا	با مرتبه‌ی علمی دانشیار	دکتر امین خدا بخشیان	۳- استاد داور خارج از گروه

امضای مدیر گروه

سپاسگزاری

بدون شك انجام این پروژه بدون راهنماییهای ارزشمند استاد گرانقدر آقای دکتر هوشمند میسر نبود. از این طریق، از زحمات ایشان و کلیه اساتید گروه مهندسی برق دانشگاه اصفهان که در طول دوره تحصیلی اینجانب را راهنمایی نموده‌اند، کمال تشکر و سپاسگزاری را می‌نمایم.

در ضمن از آقای مهندس عبدالرحیم ایزدی مدیر عامل شرکت مهندسین دانشمند و آقای مهندس فریبرز اقتدارنیا مدیر دفتر برنامه‌ریزی شرکت برق منطقه‌ای اصفهان که در رشد و ترقی اینجانب نقش بسزایی داشتند، کمال تشکر را دارم.

از سرکار خانم شیروانی که زحمت تایپ و ویراستاری این پروژه را بعهده داشتند نیز از این طریق تشکر می‌نمایم.

تقدیم

تقدیم به مادر عزیزتر از جانم، پدر عزیز و دوست داشتنی،

برادرهای عزیزم ساسان و سهیل

چکیده

در این پروژه طرح بارزدایی فرکانسی دینامیکی بصورت بهینه بر اساس آنالیز پایداری گذرا در شبکه قدرت مجتمع فولاد مبارکه ارائه گردیده است. لزوم انجام بارزدایی در شبکه مجتمع فولاد مبارکه با توجه به بررسی وضعیت بار و میزان تولید داخلی نیروگاهها و درخواست توانی بیش از ۶۰۰ مگاوات از شبکه سراسری، با هدف افزایش امنیت و حفظ پایداری ژنراتورهای داخلی مجتمع، امری ضروری می‌باشد.

طراحی الگوریتم بارزدایی دینامیکی، شامل فرکانسهای اعمال بارزدایی و میزان بار حذفی در مراحل مختلف بارزدایی، بر اساس میزان نرخ کاهش فرکانس $(\frac{df}{dt})$ ، در لحظه ایزوله شدن شبکه فولاد از شبکه سراسری انجام می‌پذیرد. با انجام بارزدایی بر اساس شدت اغتشاش، بارزدایی بهینه و تطبیقی متناسب با شرایط مختلف بارگذاری در شبکه طراحی گردیده است. آنالیز پایداری گذرا با توجه به مدلسازی دینامیکی دقیق تجهیزات قدرت شبکه مورد مطالعه (ژنراتورها، سیستم تحریک، گاورنر و بارهای شبکه) و ارتباط آن با شبکه سراسری انجام می‌گیرد. ژنراتورهای داخلی مجتمع با در نظر گرفتن راکتانسهای زیر گذرا و ژنراتورهای شبکه سراسری بصورت مدل گذرا در نظر گرفته می‌شوند. از طرف دیگر به خاطر صنعتی بودن بارهای شبکه شامل موتورهای القایی، سنکرون و تجهیزات الکترونیک قدرت موجود در داخل مجتمع، مدلسازی بار بطور دقیق و بر اساس وابستگی توان اکتیو و راکتیو به فرکانس و ولتاژ در نظر گرفته شده است.

با در نظر گرفتن شرایط مختلف بارگذاری شبکه فولاد و وضعیتهای مختلف بهره‌برداری، طرح بارزدایی در شبکه فولاد شامل فرکانسهای قطع و میزان بار حذفی در هر مرحله بارزدایی بر اساس نرخ کاهش فرکانس $(\frac{df}{dt})$ و با توجه به اولویت‌بندی بارها تعیین می‌گردد. نرخ کاهش فرکانس وابسته به میزان عدم برابری بین تولید و مصرف بوده و برای وضعیتهای مختلف بهره‌برداری مشخص می‌گردد. با در نظر گرفتن یک ساختار مناسب برای رله‌های فرکانسی شامل آلترناتیوهای فرکانس ثابت، $(\frac{df}{dt})$ و نیز ولتاژ باسها می‌توان اولویت‌بندی حذف بارها را به طور مؤثرتری پیاده‌سازی کرد. تغییرات فرکانس، ولتاژ، توان اکتیو و راکتیو و توان مکانیکی و زوایه روتور ژنراتورها در هر طرح بارزدایی نشان داده شده است.

انجام آنالیز پایداری گذرا بلعت لزوم انجام آنالیز دینامیکی شبکه انتقال سراسری و شبکه فولاد در شرایط بارگذاری مختلف مجتمع و اغتشاشات گوناگون بسیار زمانبر می‌باشد. در عین حال انجام آنالیز پایداری گذرا برای تمام شرایط مختلف ممکن در شبکه و تغییرات آن امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین لزوم استفاده از الگوریتمهای هوشمند جهت افزایش سرعت بارزدایی و بهینه‌سازی طرح، بیش از پیش احساس می‌گردد. شبکه‌های عصبی با توجه به قابلیت‌های آن، یک الگوریتم مناسب جهت افزایش سرعت پاسخ و بهینه‌سازی طرح در صورت تغییر پیوسته نقاط کار سیستم می‌باشد. در این پروژه با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی و از طریق انتخاب یک ساختار مناسب برای شبکه و آموزش آن، بارزدایی دینامیکی بهینه در شبکه فولاد مبارکه طراحی می‌گردد. شبکه عصبی طراحی شده، یک شبکه عصبی پیشرو و روش آموزش آن الگوریتم لونیبرگ - مارکوارت با پس انتشار خطا می‌باشد. آموزش شبکه عصبی از طریق آنالیز عددی نتایج پایداری گذرا در شرایط بارگذاری مختلف پیش‌بینی شده، انجام می‌گیرد.

در انتها جهت ارزیابی عملکرد الگوریتم بهینه تطبیقی طراحی شده، پاسخ دینامیکی شبکه با توجه به پیاده‌سازی الگوریتم شبکه عصبی با نتایج آنالیز پایداری گذرا مقایسه گردیده است. همچنین نشان داده می‌شود که الگوریتم مورد نظر علاوه بر اجرای طرح بارزدایی مناسب، نتایجی بسیار نزدیک به نتایج پایداری گذرا را بدست می‌دهد. عملکرد الگوریتم شبکه عصبی به ازای اغتشاشاتی مشابه و متفاوت با آنچه آموزش دیده، بین دو طرح مختلف بارزدایی شبکه عصبی و پایداری گذرا با یکدیگر مقایسه می‌گردند. آنالیز عددی انجام شده بر روی نتایج بدست آمده از اجرای دو طرح مختلف، عملکرد بهینه الگوریتم معرفی شده بر اساس شبکه عصبی را نشان می‌دهد. با مقایسه عملکرد دو طرح مختلف، نشان داده شده است که زمان اجرای طرح بارزدایی از طریق شبکه عصبی بسیار سریعتر از آنالیز در حوزه زمان می‌باشد.

کلمات کلیدی- بارزدایی فرکانسی بهینه، ژنراتورهای داخلی مجتمع‌های صنعتی، بارزدایی تطبیقی، شبکه عصبی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- تعریف پایداری
۲	۳-۱- پایداری شبکه‌های قدرت
۳	۴-۱- پایداری زاویه‌ای روتور
۵	۱-۴-۱- پایداری زاویه روتور اغتشاش کوچک (سیگنال کوچک)
۶	۲-۴-۱- پایداری زاویه روتور اغتشاش بزرگ (پایداری گذرا)
۶	۵-۱- پایداری ولتاژ
۸	۱-۵-۱- پایداری ولتاژ اغتشاش بزرگ
۹	۲-۵-۱- پایداری ولتاژ اغتشاش کوچک
۹	۳-۵-۱- پایداری ولتاژ کوتاه مدت
۹	۴-۵-۱- پایداری ولتاژ دراز مدت
۱۰	۶-۱- اساس تمایز بین پایداری ولتاژ و زاویه روتور
۱۰	۷-۱- پایداری فرکانس
۱۱	۸-۱- جایگاه انجام این تحقیق
۱۲	۹-۱- ضرورت انجام تحقیق
۱۳	۱۰-۱- اهداف تحقیق
	فصل دوم: بارزدایی فرکانسی در شبکه‌های قدرت
۱۶	۱-۲- مقدمه
۱۷	۲-۲- کنترل سیستمهای قدرت
۱۸	۳-۲- حالت‌های عملکرد یک سیستم قدرت و استراتژیهای کنترل

صفحه	عنوان
۲۰	۴-۲- بارزدایی فرکانسی در سیستمهای قدرت
۲۳	۵-۲- معیار بارزدایی فرکانسی
۲۳	۲-۵-۱- فرکانس ثابت
۲۵	۲-۵-۲- نرخ تغییرات فرکانس $\frac{df}{dt}$
۲۵	۲-۵-۳- میانگین تغییرات $\frac{\Delta f}{\Delta t}$
۲۶	۶-۲- بارزدایی فرکانسی استاتیکی و دینامیکی
۳۰	۷-۲- تنظیم حفاظتهای فرکانسی خطوط ارتباطی
۳۲	۸-۲- میزان بارهای حذفی در شبکه
۳۴	۹-۲- تنظیم فرکانسهای بارزدایی
۳۶	۱۰-۲- بارزدایی تطبیقی در شبکههای قدرت
۴۰	۱۱-۲- بررسی اثر وجود جبرانسازها در طرح بارزدایی
۴۱	۱۲-۲- بررسی اثر مدل بار بر روی طرح بارزدایی فرکانسی
۴۱	۲-۱۲-۱- مدل استاتیکی بار
۴۳	۲-۱۲-۲- مدل دینامیکی بار
۴۳	۲-۱۲-۳- مدل ترکیبی
۴۴	۲-۱۳- طرح بارزدایی با توجه به مقادیر D-Factor برای مدل‌های مختلف بارهای دینامیکی
۴۴	۲-۱۳-۱- ضرایب وابستگی بار به ولتاژ و فرکانس
۴۸	۲-۱۴- روشهای اعمال بارزدایی در شبکههای قدرت
۴۸	۲-۱۴-۱- بارزدایی دستی SCADA
۴۸	۲-۱۴-۲- بارزدایی اتوماتیک
۴۹	۲-۱۴-۳- بارزدایی محلی
۴۹	۲-۱۴-۴- بارزدایی متمرکز

صفحه	عنوان
۵۰	..... ۲-۱۴-۵- بارزدایی توزیع شده
۵۲	..... ۲-۱۴-۶- بارزدایی فرکانسی ناحیه‌ای
فصل سوم: بارزدایی در شبکه‌های قدرت با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند	
۵۳	..... ۳-۱- مقدمه
۵۴	..... ۳-۲- کاربرد سیستم خبره در شبکه‌های قدرت
۵۷	..... ۳-۲-۱- بلوک دیاگرام بارزدایی هوشمند در حالت کلی
۵۸	..... ۳-۳- بارزدایی بر اساس الگوریتم ژنتیک
۵۸	..... ۳-۳-۱- مقدمه
۵۹	..... ۳-۳-۲- بارزدایی تطبیقی به کمک الگوریتم ژنتیک
۶۱	..... ۳-۳-۳- بارزدایی بهینه و بارزدایی سیستم‌های توزیع به کمک الگوریتم ژنتیک
۶۳	..... ۳-۴- بارزدایی فرکانسی با استفاده از الگوریتم ژنتیک
۶۴	..... ۳-۴-۱- عملگر انتخاب
۶۴	..... ۳-۴-۲- عملگر تقاطع
۶۵	..... ۳-۴-۳- عملگر جهش
۶۵	..... ۳-۵- کاربرد شبکه عصبی در بارزدایی فرکانسی در شبکه قدرت
فصل چهارم: بارزدایی فرکانسی بر اساس شبکه عصبی و روش مورد استفاده در تحقیق	
۶۸	..... ۴-۱- مقدمه
۶۹	..... ۴-۲- تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی
۷۱	..... ۴-۳- ویژگی‌های شبکه عصبی مصنوعی
۷۲	..... ۴-۴- تقسیم بندی شبکه‌های عصبی مصنوعی
۷۲	..... ۴-۵- معماری شبکه
۷۳	..... ۴-۶- توابع محرک

عنوان	صفحه
۷-۴- آموزش شبکه عصبی مصنوعی	۷۴
۸-۴- الگوریتم‌های آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی	۷۵
۴-۸-۱- شبکه عصبی پیشرو	۷۵
۴-۸-۲- روش انتشار برگشتی BP	۷۵
۴-۸-۳- الگوریتم BP از نوع دسته‌ای (BBP)	۷۶
۴-۸-۴- افزایش سرعت آموزش- روش لونبرگ- مارکوآرت	۷۶
۴-۸-۵- الگوریتم آموزش شبکه از طریق الگوریتم LMBP	۷۷
۴-۹-۹- بارزدایی فرکانسی بر اساس شبکه عصبی	۷۹
۴-۱۰-۱۰- سابقه کاربرد شبکه عصبی در بارزدایی فرکانسی	۸۰
۴-۱۱-۱۱- روش بارزدایی مورد استفاده در این تحقیق	۸۳
۴-۱۲-۱۲- بارزدایی فرکانسی دینامیکی	۸۶
۴-۱۲-۱- اینرسی سیستم‌های قدرت	۸۶
۴-۱۲-۲- تعیین مقدار کل بار حذفی مورد نیاز	۸۷
۴-۱۲-۳- انتخاب فرکانسهای بارزدایی	۸۷
۴-۱۲-۴- معیارهای اساسی طرح بارزدایی فرکانسی	۸۸
۴-۱۲-۵- ساختار رله فرکانسی طراحی شده	۸۸
۴-۱۳-۱۳- شبکه مورد مطالعه	۸۹
۴-۱۳-۱- نحوه مدل‌سازی دینامیکی شبکه فولاد مبارکه	۹۰
۴-۱۳-۲- مقادیر بار شبکه مجتمع فولاد مبارکه	۹۳
۴-۱۳-۳- مدل‌سازی سیستم قدرت	۹۵
۴-۱۴-۱۴- وضعیت بهره‌برداری شبکه فولاد	۹۹
فصل پنجم: نتایج شبیه‌سازی	
۱-۵- مقدمه	۱۰۲

صفحه	عنوان
۱۰۲	۲-۵- تنظیمات رله‌های فرکانسی خطوط ارتباطی.....
۱۰۶	۱-۲-۵- زمان بحرانی رفع خطا.....
۱۰۷	۲-۲-۵- تنظیمات فرکانسی خطوط ارتباطی.....
۱۰۸	۳-۵- ثابت اینرسی شبکه فولاد.....
۱۰۹	۴-۵- طرح بارزدایی فرکانسی در مجتمع فولاد.....
۱۰۹	۱-۴-۵- تعیین فرکانسهای قطع.....
۱۱۰	۵-۵- اعمال بارزدایی فرکانسی در شبکه فولاد.....
۱۱۱	۱-۵-۵- بارزدایی در شرایط بهره‌برداری ۱.....
۱۱۴	۲-۵-۵- بارزدایی در شرایط بهره‌برداری ۲.....
۱۱۷	۳-۵-۵- بارزدایی در شرایط بهره‌برداری ۳.....
۱۱۹	۴-۵-۵- بارزدایی در شرایط بهره‌برداری ۴.....
۱۲۱	۵-۵-۵- افزایش بار کوره‌ها در مجتمع فولاد.....
۱۲۳	۶-۵- طراحی شبکه عصبی.....
۱۲۵	۷-۵- پیاده‌سازی الگوریتم شبکه عصبی.....
۱۲۵	۱-۷-۵- عملکرد شبکه عصبی در حالت بهره‌برداری ۱.....
۱۲۶	۲-۷-۵- عملکرد شبکه عصبی در حالت بهره‌برداری ۲.....
۱۲۸	۳-۷-۵- عملکرد شبکه عصبی در حالت بهره‌برداری ۳.....
۱۲۹	۴-۷-۵- عملکرد شبکه عصبی در حالت بهره‌برداری ۴.....
۱۳۰	۵-۷-۵- عملکرد شبکه عصبی در حالت بهره‌برداری ۵.....
۱۳۲	۶-۷-۵- عملکرد شبکه عصبی در حالت افزایش بار کوره‌ها.....
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ادامه کار	
۱۳۴	۱-۶- نتایج.....

صفحه	عنوان
۱۳۶	۲-۶- پیشنهادات ادامه کار
۱۳۸	پیوست

منابع و ماخذ

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۳	شکل (۱-۱): شمای کلی مربوط به انواع پایداری در شبکه‌های قدرت
۱۸	شکل (۱-۲): کنترل‌های موجود در یک سیستم قدرت
۱۹	شکل (۲-۲): حالات مختلف یک سیستم قدرت
۲۱	شکل (۳-۲): بخشی از سیستم انتقال کشور مالزی
۲۱	شکل (۴-۲): تغییرات فرکانس شبکه با توجه به پیاده سازی طرح بارزدایی
۲۲	شکل (۵-۲): تغییرات ولتاژ باس ۲۴۵ کیلوولت شبکه با توجه به پیاده‌سازی طرح بارزدایی ..
۲۴	شکل (۶-۲): تغییرات فرکانس در شبکه با توجه به وقوع اغتشاش
۲۴	شکل (۷-۲): تغییرات ولتاژ در شبکه با توجه به وقوع اغتشاش
۲۶	شکل (۸-۲): میانگین نرخ تغییرات فرکانس
۲۹	شکل (۹-۲): فلوچارت بارزدایی استاتیکی
۳۱	شکل (۱۰-۲): رابطه بین ولتاژ خطا و زمان رفع بحرانی در یک شبکه نمونه
۳۵	شکل (۱۱-۲): مشخصه‌های $f - df/dt$ پله و شیب
۳۵	شکل (۱۲-۲): مکان هندسی $f - \frac{df}{dt}$ برای خروج واحد ۳۰۰ مگاواتی
۳۸	شکل (۱۳-۲): طرح معیار $\frac{df}{dt}$ اصلاح شده
۴۱	شکل (۱۴-۲): اثر SVC بر روی طرح بارزدایی و پاسخ فرکانسی شبکه
۴۳	شکل (۱۵-۲): مدل دینامیکی بار
۴۳	شکل (۱۶-۲): مدل دینامیکی ترکیبی بار
۴۴	شکل (۱۷-۲): مدل تک ماشینه مورد استفاده در این مرجع
۴۷	شکل (۱۸-۲): فلوچارت بارزدایی در این مرجع با توجه به مدل دینامیکی بار
۵۵	شکل (۱-۳): سیستم خبره مدیریت و نظارت در یک پالایشگاه
۵۶	شکل (۲-۳): سیستم خبره برای طرح بارزدایی به منظور کمک به اپراتور

عنوان	صفحه
شکل (۳-۳): بلوک دیاگرام روش بارزدایی هوشمند	۵۷
شکل (۴-۳): فلوجارت بارزدایی بر اساس الگوریتم ژنتیک	۶۳
شکل (۵-۳): نمایش الگوریتم ژنتیک	۶۴
شکل (۶-۳): عملگر تقاطع	۶۴
شکل (۷-۳): عملگر جهش	۶۵
شکل (۱-۴): سلول عصبی و اجزای ارتباط آن با سایر نرون‌ها	۷۰
شکل (۲-۴): نمودار نحوه آموزش شبکه عصبی مصنوعی	۷۱
شکل (۳-۴): ساختار شبکه عصبی مصنوعی	۷۳
شکل (۴-۴): شبکه عصبی پیش خور با دو لایه	۷۷
شکل (۵-۴): الگوریتم آموزش استفاده شده در این طراحی	۸۱
شکل (۶-۴): طراحی کلی بارزدایی بر اساس شبکه عصبی	۸۲
شکل (۷-۴): فلوجارت الگوریتم بارزدایی بهینه با استفاده از شبکه عصبی	۸۵
شکل (۸-۴): ساختار رله فرکانس بر اساس مقدار ثابت	۸۹
شکل (۹-۴): ساختار رله فرکانس اصلاح شده بر اساس $\frac{df}{dt}$	۸۹
شکل (۱۰-۴): دیاگرام تک خطی شبکه فولاد	۹۱
شکل (۱۱-۴): مدل گذرا برای ژنراتورهای شبکه سراسری	۹۵
شکل (۱۲-۴): مدل زیر گذرا برای ژنراتورهای داخلی مجتمع	۹۵
شکل (۱۳-۴): بلوک دیاگرام سیستم تحریک واحد ۱ نیروگاه فولاد مبارکه	۹۶
شکل (۱۴-۴): بلوک دیاگرام سیستم تحریک واحد ۴ نیروگاه فولاد مبارکه	۹۷
شکل (۱۵-۴): سیستم گاورنر نیروگاه گازی	۹۷
شکل (۱۶-۴): سیستم گاورنر نیروگاه بخاری	۹۸
شکل (۱۷-۴): سیستم کنترلر جبران‌ساز استاتیکی مجتمع فولاد	۹۸

صفحه	عنوان
۱۰۳	شکل (۵-۱): تغییرات فرکانس باس ۴۰۰ کیلوولت مبارکه در صورت وقوع خطا در خط مبارکه - تیران.....
۱۰۳	شکل (۵-۲): تغییرات ولتاژ باس ۴۰۰ کیلوولت مبارکه در صورت وقوع خطا در خط مبارکه - تیران.....
۱۰۴	شکل (۵-۳): تغییرات توان اکتیو عبوری از خط مبارکه-چهلستون در صورت وقوع خطا و خروج خط مبارکه- تیران.....
۱۰۴	شکل (۵-۴): تغییرات توان اکتیو ژنراتور داخلی مجتمع فولاد با توجه به وقوع خطا در خط تیران - مبارکه.....
۱۰۴	شکل (۵-۵): تغییرات زاویه روتور ژنراتور داخلی مجتمع فولاد با توجه به وقوع خطا در خط تیران- مبارکه.....
۱۰۵	شکل (۵-۶): تغییرات فرکانس باس ۴۰۰ کیلوولت مبارکه در صورت وقوع خطا در خط مبارکه- تیران.....
۱۰۵	شکل (۵-۷): تغییرات ولتاژ باس ۴۰۰ کیلوولت مبارکه در صورت وقوع خطا در خط مبارکه- تیران.....
۱۰۵	شکل (۵-۸): تغییرات توان اکتیو عبوری از خط مبارکه-چهلستون در صورت وقوع خطا و خروج خط مبارکه-تیران.....
۱۰۵	شکل (۵-۹): تغییرات توان اکتیو ژنراتور داخلی مجتمع فولاد با توجه به وقوع خطا در خط تیران- مبارکه.....
۱۰۵	شکل (۵-۱۰): تغییرات زاویه روتور ژنراتور داخلی مجتمع فولاد با توجه به وقوع خطا در خط تیران- مبارکه.....
۱۰۶	شکل (۵-۱۱): زاویه روتور ژنراتورهای فولاد مبارکه در صورت وقوع خطا در خط ۴۰۰ کیلوولت مبارکه.....
۱۰۷	شکل (۵-۱۲): فرکانس باس بار فولاد مبارکه در صورت وقوع خطا در خط ۴۰۰ کیلوولت مبارکه.....
۱۰۸	شکل (۵-۱۳): رفتار فرکانس باس مبارکه در صورت خروج واحد نیروگاهی ۱۰۰۰ مگاواتی چهلستون.....
۱۰۸	شکل (۵-۱۴): افت فرکانس ایجاد شده در شبکه مجتمع فولاد بعد از قطع خطوط ارتباطی.....

عنوان	صفحه
شکل (۵-۱۵): تغییرات فرکانس باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۱.....	۱۱۲
شکل (۵-۱۶): تغییرات ولتاژ باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۱.....	۱۱۳
شکل (۵-۱۷): تغییرات زاویه روتور ژنراتور مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۱.....	۱۱۳
شکل (۵-۱۸): تغییرات توان اکتیو ژنراتور مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۱.....	۱۱۳
شکل (۵-۱۹): تغییرات توان راکتیو ژنراتور مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۱.....	۱۱۴
شکل (۵-۲۰): تغییرات توان مکانیکی ژنراتور مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۱.....	۱۱۴
شکل (۵-۲۱): تغییرات فرکانس باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۲.....	۱۱۵
شکل (۵-۲۲): تغییرات ولتاژ باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۲.....	۱۱۵
شکل (۵-۲۳): تغییرات زاویه روتور ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۲.....	۱۱۶
شکل (۵-۲۴): تغییرات توان اکتیو ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۲.....	۱۱۶
شکل (۵-۲۶): تغییرات توان مکانیکی ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۲.....	۱۱۶
شکل (۵-۲۶): تغییرات توان مکانیکی ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۲.....	۱۱۷
شکل (۵-۲۷): تغییرات فرکانس باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۳.....	۱۱۸
شکل (۵-۲۸): تغییرات ولتاژ باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۳.....	۱۱۸
شکل (۵-۲۹): تغییرات زاویه روتور ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۳.....	۱۱۸
شکل (۵-۳۰): تغییرات توان اکتیو ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۳.....	۱۱۸
شکل (۵-۳۱): تغییرات توان راکتیو ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۳.....	۱۱۹
شکل (۵-۳۲): تغییرات توان مکانیکی ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۳.....	۱۱۹
شکل (۵-۳۳): تغییرات فرکانس باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۴.....	۱۲۰
شکل (۵-۳۴): تغییرات ولتاژ باسهای شبکه مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۴.....	۱۲۰
شکل (۵-۳۵): تغییرات زاویه روتور ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۴.....	۱۲۱
شکل (۵-۳۶): تغییرات توان اکتیو ژنراتورهای مجتمع فولاد در طرح بارزدایی حالت ۴.....	۱۲۱

صفحه	عنوان
۱۲۲	شکل (۳۷-۵): تغییرات فرکانس باس مبارکه در صورت افزایش بار ۱ و ۲ کوره
۱۲۲	شکل (۳۸-۵): تغییرات فرکانس باس مبارکه در صورت افزایش بار ۱ کوره در صورت قطع خط چهلستون-مبارکه.....
۱۲۳	شکل (۳۹-۵): تغییرات فرکانس باس مبارکه در صورت افزایش بار ۲ کوره در صورت قطع خط چهلستون-مبارکه
۱۲۴	شکل (۴۰-۵): تغییرات شاخص عملکرد
۱۲۵	شکل (۴۱-۵): مقایسه بین پاسخ فرکانسی شبکه در دو حالت شبکه عصبی و آنالیز گذرا در حالت ۱
۱۲۶	شکل (۴۲-۵): مقایسه بین پاسخ فرکانسی شبکه در دو حالت شبکه عصبی و آنالیز گذرا در حالت ۲
۱۲۸	شکل (۴۳-۵): مقایسه بین پاسخ فرکانسی شبکه در دو حالت شبکه عصبی و آنالیز گذرا در حالت ۳
۱۲۹	شکل (۴۴-۵): مقایسه بین پاسخ فرکانسی شبکه در دو حالت شبکه عصبی و آنالیز گذرا در وضعیت بهره‌برداری مختلف
۱۳۱	شکل (۴۵-۵): مقایسه بین پاسخ فرکانسی شبکه در دو حالت شبکه عصبی و آنالیز گذرا در وضعیت بهره‌برداری مختلف
۱۳۲	شکل (۴۶-۵): مقایسه بین پاسخ فرکانسی شبکه در دو حالت شبکه عصبی و آنالیز گذرا در حالت افزایش بار کوره‌ها.....

فهرست جدولها

صفحه	عنوان
۳۰	جدول (۱-۲): زمانهای نوعی برای عملکرد توربینها را برای بار کامل.....
۷۴	جدول (۱-۴): انواع تابع محرک کاربردی در شبکه‌های عصبی مصنوعی
۹۰	جدول (۲-۴): مشخصات الکتریکی خطوط و سطح اتصال کوتاه در مجتمع فولاد مبارکه
۹۲	جدول (۳-۴): ظرفیت نامی و توان تولیدی ژنراتورهای داخلی مجتمع
۹۳	جدول (۴-۴): مقادیر بارهای مجتمع فولاد مبارکه.....
۹۹	جدول (۵-۴): ضرایب مربوط به تغییرات توان بارهای شبکه در اثر تغییرات ولتاژ و فرکانس باس.....
۹۹	جدول (۶-۴): ترتیب اولویت بندی حذف بارها در شبکه فولاد.....
۱۰۰	جدول (۷-۴): وضعیت تولید و بار شبکه فولاد.....
۱۱۲	جدول (۱-۵): میزان بارهای حذفی و فرکانسهای قطع در حالت ۱.....
۱۱۵	جدول (۲-۵): میزان بارهای حذفی و فرکانسهای قطع در حالت ۲.....
۱۱۷	جدول (۳-۵): میزان بارهای حذفی و فرکانسهای قطع در حالت ۳.....
۱۲۰	جدول (۴-۵): میزان بارهای حذفی و فرکانسهای قطع در حالت ۴.....
۱۲۴	جدول (۵-۵): مشخصات شبکه عصبی طراحی شده برای الگوریتم مورد نظر.....
۱۲۵	جدول (۶-۵): میزان بارهای حذفی و فرکانسهای قطع در حالت ۱ با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی
۱۲۷	جدول (۷-۵): میزان بارهای حذفی و فرکانسهای قطع در حالت ۲ با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی
۱۲۷	جدول (۸-۵): مقایسه عددی بین نتایج بارزدایی فرکانسی دو روش پایداری گذرا و شبکه عصبی در دو حالت ۱ و ۲ بهره برداری مجتمع فولاد مبارکه
۱۲۸	جدول (۹-۵): میزان بارهای حذفی و فرکانسهای قطع در حالت ۳ با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی.....
۱۲۹	جدول (۱۰-۵): مقایسه عددی بین نتایج بارزدایی فرکانسی دو روش پایداری گذرا و شبکه عصبی در حالت ۳